

PAT-NO: JP356040741A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 56040741 A  
TITLE: MEASURING DEVICE OF LIGHT SCATTERING FINE PARTICLE  
PUBN-DATE: April 17, 1981

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SEKI, ATSUSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

RION CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP54116592

APPL-DATE: September 11, 1979

INT-CL (IPC): G01N015/02, G01N021/47

ABSTRACT:

PURPOSE: To easily specify the shape of particles, by providing respectively the irradiation system on X, Y, Z axes of space coordinates, irradiating the sample particles passing through the origin of the coordinates, and receiving the front scattering light at the light reception system located on the same axis.

CONSTITUTION: The laser beam sources 1X, 1Y, 1Z to irradiate the detection section O along the space coordinates X, Y, Z axes taking the origin O as the detection section are located, and the frong scattering light of the irradiated beam by particles is received at the photodetectors 2X, 2Y, 2Z respectively via the optical system. The optical system is constituted with the scattering condenser lens, 3m slit 4, scattering light lens 5 and slit 6 provided at the center for the light intercepting disc 3A. The sample air from the flowing tube 7 passes through the center hole of the scattering condenser lens 3Y in parallel with the Y axis from the nozzle 7A to the detection section O. The intensity of scattering light detected is compared with that by spherical particles independently of the refractive index, to decide the size and shape of particles.

COPYRIGHT: (C)1981, JPO&Japio \

⑬ 日本国特許庁 (JP)  
⑭ 公開特許公報 (A)

① 特許出願公開  
昭56—40741

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 01 N 15/02  
21/47

識別記号

庁内整理番号  
7246—2G  
7458—2G

④ 公開 昭和56年(1981)4月17日

発明の数 1  
審査請求 有

(全 4 頁)

⑤ 光散乱微粒子測定装置

国分寺市東元町3丁目20番41号  
リオン株式会社内

① 特 願 昭54—116592  
② 出 願 昭54(1979)9月11日  
⑦ 発 明 者 関淳

① 出 願 人 リオン株式会社  
国分寺市東元町3丁目20番41号

明 細 書

1. 発明の名称

光散乱微粒子測定装置

2. 特許請求の範囲

空間座標の1つの座標軸に沿ってサンプル空気を導入する手段と、前記空間座標の原点検出部を各座標軸方向から照射する3つの照射手段と、前記各照射手段から発する照射光の前記サンプル空気内の粒子による前方散乱光をそれぞれ受光する受光手段でなることを特徴とする光散乱微粒子測定装置。

3. 発明の詳細な説明

この発明は、光散乱微粒子測定装置の改良に関し、被測定微粒子のサイズのみでなく、その形状についての新規な定義付けを可能にしたものである。

(従来技術)

大気中のエアゾル粒子は、光散乱法による測定においてもっとも測定に都合のよい形状である球とは著しく相違しており、繊維状のものや

多面体のものなど種々雑多な形状をしている。また屈折率も、校正に用いられるポリスチレンラテックスの約1.6に限定されるものではなく、概略1.33~1.9の範囲に及んでいる。さらに透明体粒子は数少なく、そのほとんどが光吸収性のものである。

上記のような粒子を従来の光散乱式微粒子測定装置を用いて測定した場合には、画一的に散乱強度のみで粒子サイズが評価されるので粒子の形、屈折率の相違によって測定結果に大きな誤差を生ずる問題があった。

(本発明の目的)

この発明の目的は、上記従来の問題を解消するもので、粒子による散乱光を空間座標で立体的に捕え、各方向の散乱強度を、球状粒子による散乱と対応させることによって粒子の形を規定しようとするにある。

さらに、この発明の目的は、空気の流れの中にある粒子が、流れ作用を受けて特有の姿勢をとることに着目し、測定装置の光学系に対して

サンプル空気の流れを一定の方向に特定することにより粒子の形をより正確に規定するにある。

また、この発明の目的は、粒子の屈折率による影響のもっとも少ない前方散乱光を検出することによって測定精度を向上するにある。

(原理の説明)

(1) 光散乱微粒子測定装置を用いて大気中に浮遊している粒子を測定する場合、粒子の大きさは球状標準粒子による散乱強度を基準にして決定される。標準粒子は通常ポリスチレンラテックスという屈折率約1.6の単一分散標準粒子が用いられ、これは理論計算および実際上の校正が容易である。すなわち、直径Dの粒子が偏光していない単位強度の自然光で、照射された場合の散乱光の強度は、Ma×Wellの電磁方程式を球状粒子に適用して完全解を求めたMie理論で説明され、光の波長を $\lambda$ 、粒子から観測点までの距離をRとしたとき、散乱強度は次式で表わされる。

$$I = \frac{\lambda^2}{8\pi^2 R^2} i$$

-3-

散乱強度に対する屈折率の上述した依存性を、散乱角度を変えてみた場合には、散乱角度 $\theta$ が90°に近づくほど大となり、 $\theta$ が0°すなわち前方散乱のときに前記の依存性が極小となる。したがって屈折率の依存性を小さくするためには前方散乱( $\theta = 0$ )を受光することが効果的である。

(2) 一方、球状以外の不定形粒子による散乱を考えた場合、散乱強度の理論的計算には、光学系に対する粒子の位置、角度関係を考慮する必要があるが、実際上ほとんど不可能である。しかし、同一の粒子において照射方向を変えると散乱強度が大きく変化することは容易に推考できる。たとえば、第1図のように空間座標X, Y, Zで粒子による散乱を調べたとする。座標の原点Oに置かれた粒子は、X, YおよびZ軸上の点A, BおよびCからレーザのような平行ビームで時間的なずれをおいて照射され、その散乱光を同軸上の各点A', B'およびC'で受ける。粒子が球の場合には、対称性によって明らかに

-5-

iは散乱分布関数と呼ばれ、粒子の屈折率、粒径パラメータ $\alpha$ ( $\equiv \pi D/\lambda$ )、散乱角度 $\theta$ の関数であり、ベッセル関数、ルジャンドル多項式の結合した項の無限級数である。また、照射光は粒子によって散乱されるときに偏光されるため、散乱分布関数は観測面に対し、散乱光の振動方向の垂直、水平成分の和をもって表わされる。散乱分布関数は、かなり複雑な形をしており、しかも粒径パラメータ、屈折率によってそのパターンが大きく異なるので、簡単な数式を用いて表わすことは不可能とされている。

粒径パラメータ $\alpha$ が一定のときに屈折率が変化した場合には散乱強度が大きく変化する。その変化率は屈折率によって大きく異なるが、一般的に屈折率の大きい物質ほど散乱強度が大きく、屈折率1.8の粒子による散乱強度は屈折率1.3の粒子による場合に比べて10倍程度である。さらに、光を吸収する物質では屈折率が吸収項をふくむ複素数で表わされ、その散乱強度は著しく小となる。

-4-

A', B', C'での散乱強度は等しい。しかし、不定形粒子の場合には各々の散乱強度は異なる。このように不定形粒子の場合に、3方向の散乱強度の何れが真の粒子サイズを表わしているかを判断することは非常に困難である。このことは従来の測定装置でも通常発生していた問題であったのであるが、無視されてきた重要な事項である。

上記の問題は、A', B', C'3点における散乱強度で粒子サイズを決定することによってほとんど解決できるのである。すなわち、空間座標X, Y, ZにおいてA, B, C点からの照射による散乱光を、それぞれA', B', C'で受け、それらの強度がそれぞれ直径a, b, cの球状粒子の散乱強度と同一であれば、X軸については直径a, Y軸についてはb, Z軸についてはc。というように、空間座標X, Y, Zにおいて互いに独立な3個の球状粒子の直径によって不定形粒子のサイズおよび形を規定することができる。

-6-

このような3方向からの照射を同一時刻に行なった場合、1つの受光系に3方向の散乱光が入射して干渉が発生し、粒子サイズの測定が不正確になることが考えられるが、 $\theta = 0^\circ$ 付近の前方散乱にあっては $\theta = 90^\circ$ の側方散乱に比較してその強度が10倍程度と大きいことから干渉の影響は無視できる利点がある。

(3) 空気と共に流れるエアゾル粒子は、流れの作用を受けて流線に沿って特有の姿勢をとる現象が知られている。たとえば、棒状の粒子は流線に対して長い方を平行にして流れる。これは一般的に配向と呼ばれている現象であり、空間座標X、Y、Zにおいて散乱光を捕えるときに、この配向を利用する粒子形を規定するのに有利である。すなわち、サンプルの流れを空間座標の何れかの一軸に平行する。

#### (実施例)

上述したところから、この発明は、空間座標のX、Y、Z軸上にそれぞれ照射系を配設して座標の原点を通過するサンプル粒子を照射せし



1字加入

め、同じ軸上に配置した受光系によって前方散乱光を受光し、かつ、サンプル流を座標の1つの軸に沿わしめた構成になるもので、第2図の実施例についてさらに詳述する。

原点0を検出部とする空間座標のX、Y、Z軸に沿って検出部0を照射するためのレーザー光源1X、1Y、1Zを配置し、粒子による照射光の前方散乱光を光学系を介してそれぞれ受光素子2X、2Y、2Zで受光する。この光学系は、X軸のものについて説明すると、遮光デスク3Aを中央に備えた散乱集光レンズ3、スリット4、散乱光レンズ5およびスリット6で構成されており、Y、Z軸についても同様の構成となっている。

7はサンプル空気の流入管であり、散乱集光レンズ3Yの中心孔を通して先端のノズル7Aから検出部0へ向けてY軸に平行にサンプル空気が流れる。8はT字状の吸引管であり、吸引ポンプ(図示せず)によって吸引口8Aから検出部0へ流入するサンプル空気が吸引されるの

-7-

-8-

であるが、レーザー光源1YからのレーザービームをY軸に沿わしめる45°ミラー9がサンプル空気によって汚染されるのを防ぐためクリーンエア取入口8Bから清浄な空気が導入されるようになっている。8Cは45°ミラー9で反射したレーザービームの通路孔であり、10は不要な迷光を遮断するため検出部を開く適宜のチャンパーである。

流入管7は光学系を乱さないように途中で湾曲されるが、管の内壁に微粒子が付着しないように、その曲率をできるだけ大とすることが望ましい。又、流入管7はレンズ3Yの中心部を通過して遮光デスクと同様の作用をする。

上述した構成によって受光素子1X、1Yおよび1Zで得られる散乱強度は、屈折率に依存されないで球状粒子による散乱強度と比較され、粒子の形状およびサイズが決定される。

叙上のようにこの発明は、エアゾル粒子の実体についてより詳細、正確な測定を可能とするものであり、工業上の利益顕著である。

-9-

#### 4. 図面の簡単な説明

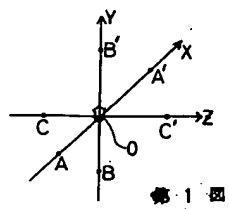
第1図はこの発明の原理を説明するための線図、第2図は同じく一実施例の要部構成図である。

1X、1Y、1Z：レーザー光源、2X、2Y、2Z：受光素子、3：散乱集光レンズ、3A：遮光デスク、4、6：スリット、5：散乱レンズ、7：流入管、8：吸引管、9：45°ミラー、10：チャンパー。

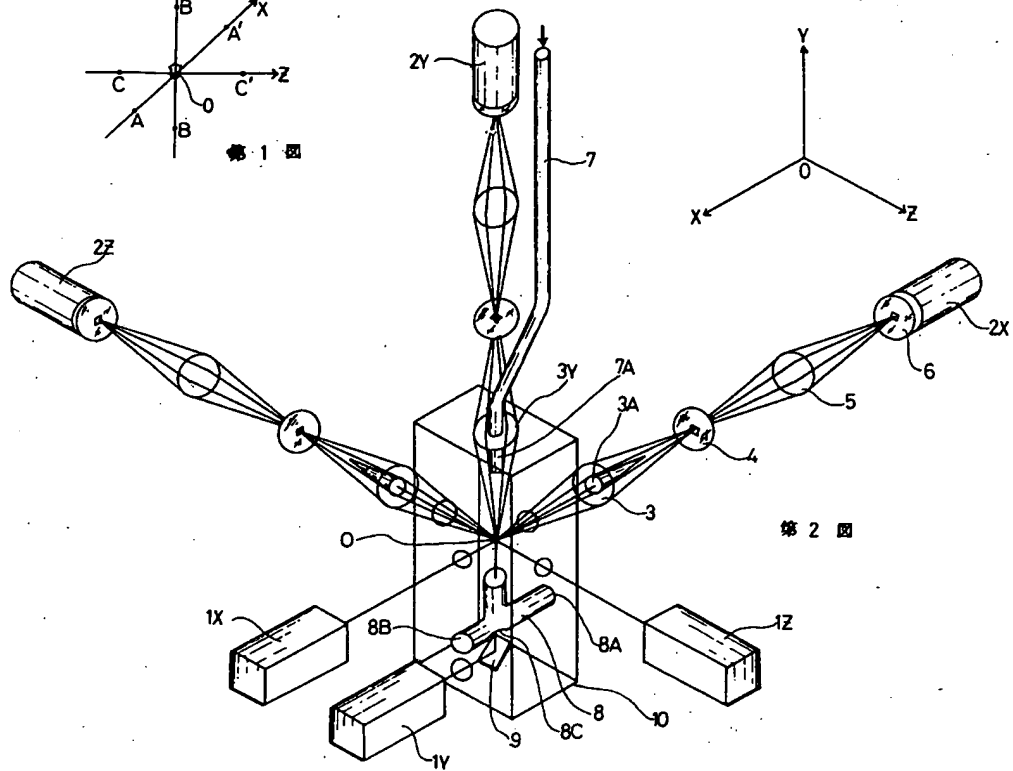
特許出願人

リオン株式会社

-10-



第 1 圖



第 2 圖